

Следующим фактором идет жесткость опор и крепления к оборудованию. Существует возможность, по вибрации трубопровода проводить диагностику опор и качества крепления (частичное или полное разрушение крепления и опор). Резонансные явления будут зависеть от жесткости (радиальной и осевой) трубопровода. На инерционную составляющую будет влиять соотношение погонной массы трубопровода с жидкостью и погонной массы пустого. На демпфирование колебаний будут отвечать внутренние силы трения, в том числе и в опорах. В некоторых случаях применяют специальные гасители вибрации и демпферы.

Внутренние процессы в перекачиваемой среде будут зависеть от шероховатости стенок и погрешностей монтажа и сборки. Шероховатость может увеличиваться, например, из-за коррозии стенок, налипания или осаждения компонентов перекачиваемой жидкости.

Дальнейшие исследования будут направлены на создание моделей (математических и компьютерных) трубопровода с движущейся пульсирующей жидкостью. Для этого требуется математически описать представленные выше факторы и зависимости.

УДК 676.054.48

Бак. В. В. Часовников  
Рук. С. Н. Исаков  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВИХРЕВОГО ОЧИСТИТЕЛЯ TWINCLEANER 132**

Для получения бумаги хорошего качества требуется выполнить несколько технологических и технических требований к оборудованию и сырью. Одно из которых – это хорошая очистка бумажной массы от сора. Очистка от сора производится в вихревых очистителях (ВО) в центробежном поле вращающейся бумажной массы. Вихревые очистители могут удалять сор плотностью больше или (и) меньше плотности бумажной массы. Фотография блока вихревых очистителей представлена на рис. 1.

При работе ВО могут забиваться бумажной массой. И в этом случае, если забился входной патрубок, аппарат просто не участвует в процессе, увеличивая нагрузку на другие ВО, установленные с ним в батарее. Если же забился патрубок отвода загрязнений, то весь мусор уходит с очищенной массой, что сильно ухудшит качество бумаги. Если же забился патрубок выхода очищенной массы, то увеличится потеря товарного волокна, которое конечно отсортируется на последующих ступенях очистки, но нагрузка на них также увеличится. Работа ВО очистителя в неоптимальном режиме сопровождается повышенной вибрацией. Поэтому было принято решение исследовать режимы работы ВО при различных видах засора, то

есть моделирование движения жидкости при различных граничных условиях [2].

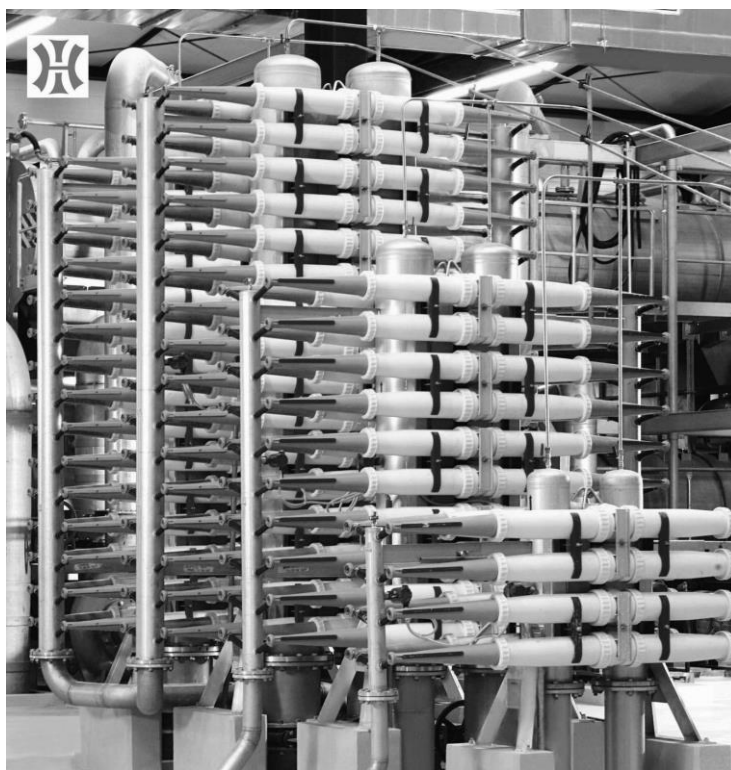


Рис. 1. Батарея горизонтальных вихревых очистителей

Для моделирования движения бумажной массы в вихревом очистителе необходимо:

- 1) построить объемную модель бумажной массы в вихревом очистителе. По сути это внутренний объем вихревого очистителя;
- 2) нанести конечно-элементную сетку на модель (рис. 2), задать граничные условия и определить свойства жидкости;

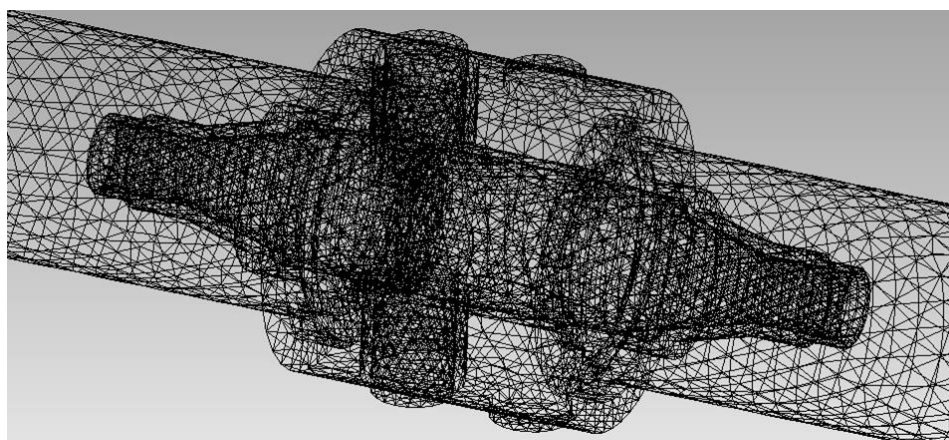


Рис. 2. Конечно-элементная сетка бумажной массы

3) анализ полученных результатов. Результаты полученные при нормальной работе ВО, представлены на рис. 3 и 4, при засорившемся патрубке отходов – на рис. 5 и 6, а при засорении в патрубках выхода очищенной массы – на рис. 7 и 8.

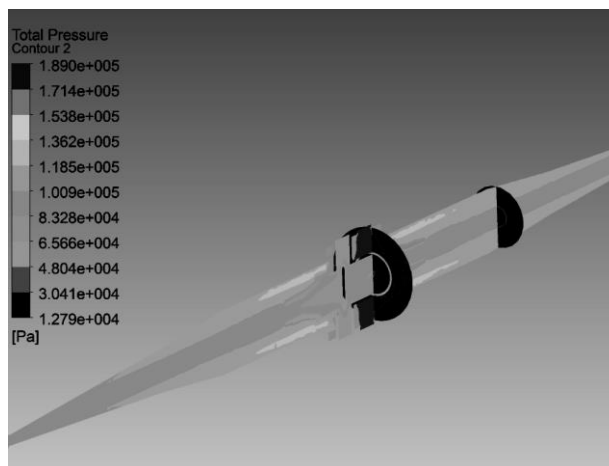


Рис. 3. Поля давлений при нормальной работе

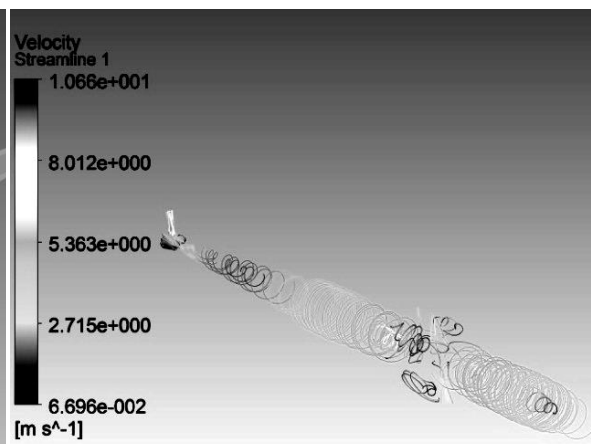


Рис. 4. Линии тока при нормальной работе

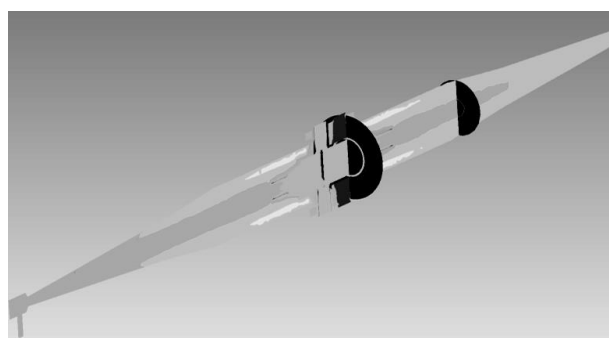


Рис. 5. Поля давлений при засорении патрубка отходов

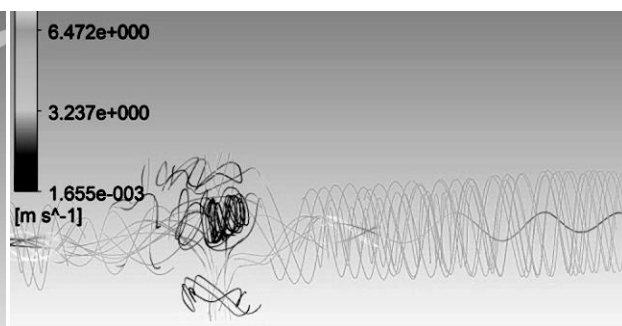


Рис. 6. Линии тока при засорении патрубка отходов

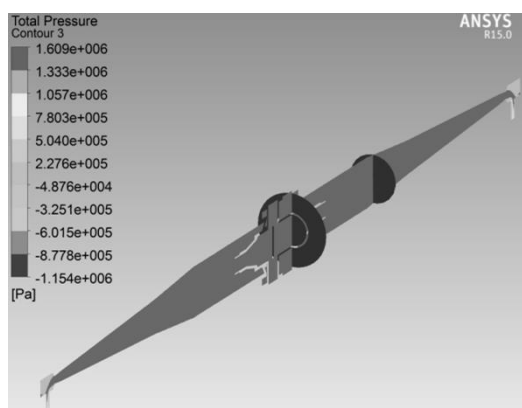


Рис. 7. Поля давлений при засорении патрубка очищенной буммассы

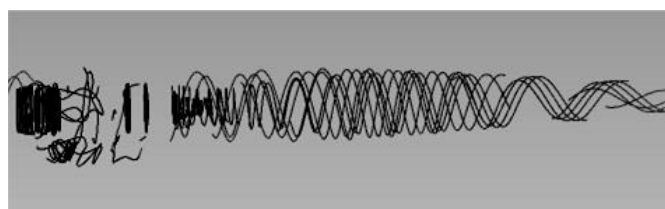


Рис. 8. Линии тока при засорении патрубка очищенной буммассы

На рисунках хорошо видно изменение характера движения жидкости при различных режимах работы. В дальнейшем будет производиться гидродинамический анализ ВО.

## *Библиографический список*

1. Вихревой очиститель. – URL.: <https://is2.ecplaza.com/ecplaza1/offers/6/67/678/911526035/9063642.jpg> (дата обращения: 15.11.2020).
2. Исаков С. Н. Разработка методов диагностики конструктивных элементов массоподводящих систем бумагоделательных машин: дисс. на соиск. учен. степ. кандидата техн. наук 05.21.03. – Екатеринбург, 2010. – 145 с.

УДК 676.056.15

Бак. И. А. Червинский  
Рук. С. Н. Исаков  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ НАПУСКНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ БОЛЕЕ РАВНОМЕРНОГО ОТЛИВА БУМАЖНОГО ПОЛОТНА**

В конкурентной борьбе важную роль играют себестоимость продукции и её качество. На качество бумаги влияет множество факторов: качество сырья и его технологическая обработка, техническое состояние оборудования и согласованность их работы и др. Критериев качества тоже много, например, масса  $1 \text{ м}^2$  бумаги, толщина, воздухопроницаемость, разрывная длина, зольность и др. Причём, отслеживаются не только средние значения, но и амплитуда их колебания. Хорошего качества бумаги можно добиться только при постоянных (стабильных) этих показателей. Большой вклад в неравномерность этих показателей может дать напускное устройство (НУ): неравномерность напускной щели приведет к неравномерному отливу по ширине машины. Неравномерность давления либо турбулентность бумажной массы внутри вызовет неравномерность отлива бумажного полотна в машинном направлении.

Напускное устройство гидродинамического типа представлено на рис. 1. Бумажная масса поступает в напускное устройство через потоко-распределитель и поступает в блок трубок (1), в котором потоки «выпрямляются». Далее масса попадает в успокоительную камеру, в которой происходит «смешивание» акустических волн различной амплитуды и фазы, что приводит к выравниванию давления в бумажной массе. «Перемешивание» происходит из-за локальной турбулизации потоков при выходе массы из блока трубок в выравнивающую камеру. И далее через перфорирован-